

# Theorie: Eigenschappen van stoffen

## Vast, vloeibaar en gasvormig

De eigenschappen van een stof worden voor een deel bepaald door de fase waarin een stof zich bevindt. De fase van een stof hangt af van de temperatuur: bij een temperatuur lager dan het smeltpunt is een stof een vaste stof en bij een temperatuur hoger dan het kookpunt is een stof een gas. Daartussen is een stof een vloeistof. In de onderstaande tabel worden van een aantal stoffen beide temperaturen gegeven.

stof	smeltpunt (°C)	kookpunt (°C)
water	0	100
ijzer	1530	3000
paraffine	54	218
kwik	-39	357
wolfraam	3410	5660
zuurstof	-219	-183
stikstof	-210	-196
alcohol	-114	78

## Het molecuulmodel

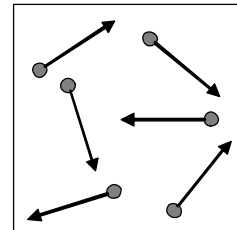
Om de eigenschappen van stoffen in verschillende fasen beter te begrijpen maken we gebruik van een model. Met een model wordt bedoeld *een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid*. Het model dat we hier gebruiken heet het molecuulmodel. Dit model heeft een aantal kenmerken die in iedere fase gelden:

- Een stof bestaat uit kleine deeltjes die we moleculen noemen. Iedere stof heeft zijn eigen soort moleculen.
- Moleculen hebben een massa.

Daarnaast zijn er binnen het model ook een aantal kenmerken die per fase anders zijn:

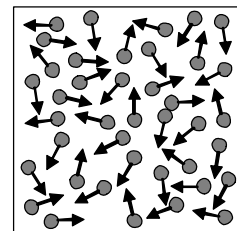
### gas

- Er zit veel ruimte tussen de moleculen.
- De moleculen bewegen voortdurend door elkaar.
- De moleculen botsen tegen elkaar en tegen de wand van de ruimte waar het gas in zit.
- De snelheid van de moleculen neemt toe als de temperatuur toeneemt.
- Er is geen aantrekkingskracht tussen de moleculen



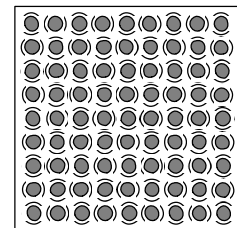
### vloeistof

- Er zit weinig ruimte tussen de moleculen.
- De moleculen bewegen voortdurend langs elkaar.
- De moleculen botsen tegen elkaar en tegen de wand.
- De snelheid van de moleculen neemt toe als de temperatuur toeneemt.
- Er is een kleine aantrekkingskracht tussen de moleculen.



### Vaste stof

- De moleculen zitten dicht op elkaar.
- De moleculen hebben een vaste plaats in een rooster.
- De moleculen maken een trillende beweging rond hun vaste plaats.
- De moleculen gaan harder trillen als de temperatuur toeneemt.
- De aantrekkingskracht tussen de moleculen is groot.



Omdat moleculen te klein zijn om met het blote oog waar te nemen, moet er een ander soort model gebruikt worden om de verschillende fasen toch zichtbaar te maken. Een motortje laat een aantal knikkers in een afgesloten trillen. Door het motortje steeds harder te laten draaien gedragen de knikkers zich achtereenvolgens als de moleculen in een vaste stof, een vloeistof en een gas.



### Eigenschappen verklaren

Met het molecuulmodel zijn niet alle eigenschappen van stoffen te verklaren. Kleur, elektrische geleiding, magnetisme en chemische eigenschappen hebben bijvoorbeeld een uitgebreider model nodig. Hier worden echter een aantal eigenschappen besproken die wel met het molecuulmodel te verklaren zijn:

*Een stof heeft een massa.*

Stoffen bestaan uit moleculen. Omdat de moleculen een massa hebben, hebben stoffen ook een massa.

*Een vaste stof heeft een vaste vorm, vloeistoffen en gassen niet.*

Bij vaste stoffen hebben de moleculen een vaste plaats in een rooster en bij gassen en vloeistoffen bewegen de moleculen door elkaar.

*Wanneer je een stof verwarmt zet hij uit (Dit heb je in het practicum een aantal maal gezien).*

Als de temperatuur toeneemt, neemt ook de snelheid van de moleculen toe. Moleculen zullen daardoor harder tegen elkaar boten en meer ruimte nodig hebben.

*Een gas is goed samendrukbaar, vloeistoffen en vaste stoffen niet.*

Bij een gas zit er veel ruimte tussen de moleculen, waardoor de moleculen naar elkaar toe te drukken zijn. Bij vloeistoffen en vaste stoffen ontbreekt deze ruimte.

*Een vaste stof is moeilijk in meerdere stukken te delen.*

De aantrekkingskracht tussen de moleculen in een vaste stof is heel erg groot. Om deze krachten te verbreken moet je zelf ook een grote kracht uitoefenen.

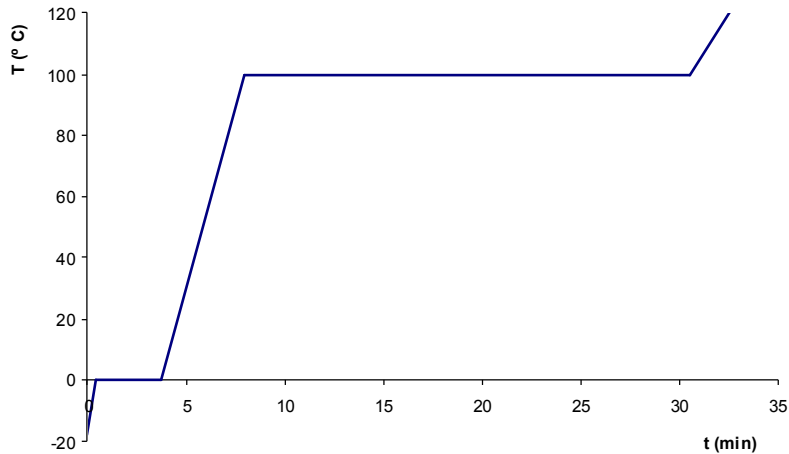
### faseovergangen

Zoals je tijdens het practicum hebt gezien gebeurt er tijdens de overgang van de ene naar de andere fase iets bijzonders: de temperatuur blijft constant. Dit is ook te verklaren met het molecuulmodel.

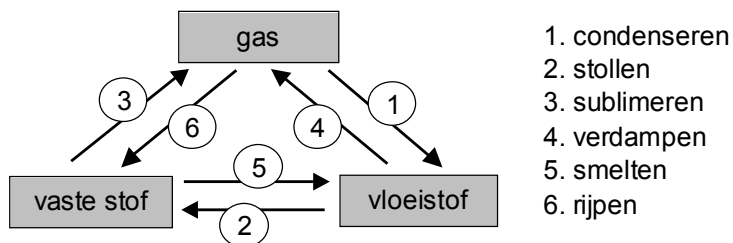
In het diagram hieronder zie je wat er met de temperatuur gebeurt wanneer je ijs met een temperatuur van  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  gaat verwarmen.

- Tot  $0^{\circ}\text{C}$  wordt de toegevoerde energie gebruikt om de moleculen harder te laten trillen: Het ijs zet uit en de temperatuur neemt toe.
- Vervolgens blijft de temperatuur tijdens een paar minuten constant. De toegevoerde energie wordt gebruikt om het sterke rooster, waar de moleculen in zitten, af te breken.

- Wanneer het rooster helemaal afgebroken is, is de vaste stof (ijs) een vloeistof (water) geworden. Tot 100 °C wordt de toegevoerde energie weer gebruikt om de moleculen in het water sneller te laten bewegen.
- Bij een temperatuur van 100 °C vindt de volgende faseovergang plaats: van vloeibaar (water) naar gasvormig (waterdamp). De toegevoerde energie wordt nu gebruikt om de afstand tussen de moleculen te vergroten.
- Wanneer het water volledig waterdamp is geworden, wordt de energie weer gebruikt om de snelheid van de moleculen te verhogen.



Tussen elke combinatie van twee fasen is een faseovergang mogelijk. In het voorgaande stuk werden smelten en verdampen al beschreven, twee faseovergangen waar energie voor nodig is. De derde faseovergang waar energie voor nodig is, is sublimeren. Bij sublimeren gaat een vaste stof direct over in een gas, zonder tussendoor een vloeistof te worden. Dat is bijvoorbeeld het geval bij luchtverfrissers die van een vaste stof gemaakt zijn.



Er zijn ook faseovergangen waarbij juist energie vrijkomt: condenseren, stollen en rijpen. Bij rijpen gaat een gas direct over in een vaste stof. Denk bijvoorbeeld waterdamp die 's nachts bij vorst direct als ijs op het gras wordt afgezet.

### Conclusie

Bij het verwarmen van een stof kunnen er dus twee dingen gebeuren:

1. De temperatuur van de stof neemt toe. De toegevoerde energie wordt gebruikt om de moleculen sneller te laten bewegen. De stof zal hierbij een beetje uitzetten.
2. Er vindt een faseverandering plaats. De toegevoerde energie wordt gebruikt om de manier waarop de moleculen bij elkaar zitten te veranderen.